

# Gemelos digitales basados en tecnología 4.0 para petróleo y gas

En la industria del gas y del petróleo, el uso del gemelo digital se vuelve relevante en la era del metaverso, permitiendo una mayor sustentabilidad, eficiencia y eficacia en la planificación y operación de activos.

Ing. Eugenio Ferrigno  
[linkedin.com/in/eugeniof/](https://www.linkedin.com/in/eugeniof/)

**Sobre el autor.** Eugenio Ferrigno es ingeniero mecánico, especializado en máquinas navales, por la Universidad de la Marina Mercante, y MBA graduado con honores summa cum laude por la IAE Business School.

Con más de veinte papers publicados, participación en ediciones técnicas, patentes y múltiples reconocimientos en el ámbito internacional, suma más de veinticinco años en la industria de gas y petróleo. Fue responsable de tecnología de operaciones en YPF y actualmente se desempeña como business hacking director en Globant.

**Nota del editor.** El presente artículo fue elaborado por Editores SRL en base a la presentación homónima que Eugenio Ferrigno hizo en el foro "La transición energética en la era digital" en el marco de Semana AADECA 2023, disponible en <https://youtu.be/fcXepdOj3rE?si=-66VNck6BFbCmuiR>.

URL estable: <https://www.editores.com.ar/node/8104>

## Digital Twin basados en tecnología 4.0 para O&G

Semana AADECA

De los algoritmos determinísticos de simulación al metaverso



### La tecnología y el desafío energético

La industria del gas y del petróleo está interesada en el desarrollo de tecnologías que favorezcan el control de operaciones y la optimización de sus recursos. Sin embargo, el tema no atañe solo a dicha industria. Baste recordar que el 30% de toda la energía que se produce en el mundo está asociada con los alimentos y, entonces, quizá se podría afirmar que, así como están dadas las cosas en esta era, un mundo sin energía es un mundo con hambre.

Hacia 2025, el 15% de la electricidad se destinará a internet y servicios tecnológicos. La tecnología es cada vez más demandante: por ejemplo, hace pocos años no existían las criptomonedas y blockchain, mientras que hoy consumen más energía que toda la Argentina.

A la vez, hasta no hace mucho tiempo se decía que dos búsquedas en Google requerían la misma energía que hervir agua para un té, mientras que hoy consumen muchísimo menos gracias a la tecnología de servidores. Sin embargo, la masividad de datos que circulan hoy en día y las nuevas tecnologías que surgen se valen de enormes granjas de servidores, algunas de las cuales se pueden identificar desde los satélites por sus huellas térmicas.

Incluso es sabido que tecnologías que aún no conocemos van a demandar más energía en el futuro.

## Gemelos digitales

Los gemelos digitales representan la versión digital idéntica de un sistema o proceso real. Hay quienes incluyen en esta categoría modelos digitales predictivos o simuladores, mientras que otros la restringen a soluciones 4.0 altamente avanzadas.

Este escrito no busca resolver la controversia. Es interesante, en la definición misma de “gemelo digital” el concepto de “idéntico”. Esto se refiere a que la representación digital debe ser indistinguible de algún proceso físico que existe en el mundo real. Es decir, que todo lo que sucede en el mundo digital debe representar lo que pasa en el mundo físico, incluyendo no solo maquinarias, si se trata de una planta, sino también personas y cualquier otro elemento relevante para simular cualquier tipo de evento.

---

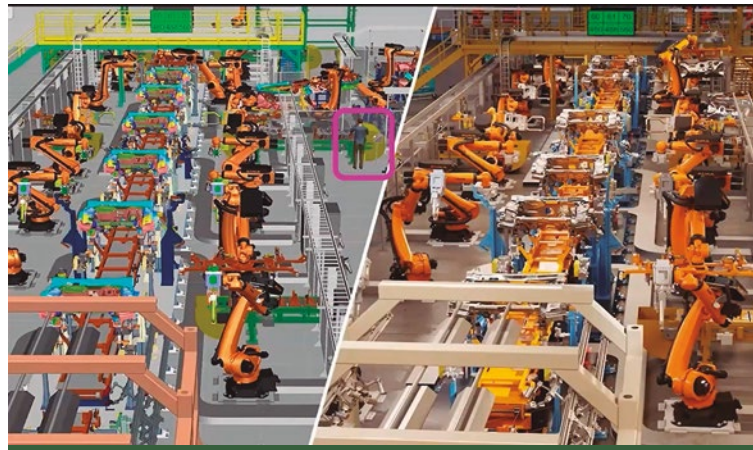
*Todo lo que sucede en el mundo digital debe representar lo que pasa en el mundo físico, incluyendo no solo maquinarias, si se trata de una planta, sino también personas y cualquier otro elemento relevante para simular cualquier tipo de evento.*

---

## Metaverso

En el último tiempo, la tecnología 4.0 de la que más se está hablando a nivel masivo es la inteligencia artificial generativa, seguramente debido al impacto de Chat GPT. Pero hasta no hace mucho, el interés general se lo llevaba la noción de “metaverso”, impulsada por Meta y Facebook.

Solo por mencionar un caso famoso de metaverso, o por lo menos difundido a través de los canales de noticias, los supermercados Walmart crearon un mundo completo para simular las compras del futuro a través de Roblox, una de las plataformas más conocidas.



Un metaverso es un lugar digital complejo, tridimensional, con desarrollo temporal y multiplicidad de espacios, construido gracias a tecnologías gráficas de 4.0. Quizá, lo más importante es que cada individuo debe poder participar dentro del metaverso. Si en un metaverso, el individuo no existe como un avatar que lo identifique particularmente, entonces no es un metaverso.

Un metaverso puede consistir en un mundo de fantasía, como en general se ve en algunos videojuegos, pero también puede consistir en una representación mimética del mundo real, que reconstruya con gemelos digitales una cierta cantidad de procesos físicos. Para que puedan existir los metaversos, tienen que existir los gemelos digitales.

## Oportunidades en la industria del gas y del petróleo

Existen numerosas aplicaciones de los gemelos digitales en la industria del gas y del petróleo en miras a lograr, no solo la eficiencia energética, sino también la eficiencia operativa. Si se pudiera llevar un proceso que existe en la realidad a un mundo completamente digital, que esté conectado en tiempo real y que permita simular escenarios futuros, entonces sería posible tomar mejores decisiones y de manera mucho más veloz,



asegurando que todo funcione de la mejor manera.

La optimización del funcionamiento no significa solamente bajar costos, también se refiere a la reducción de emisiones tóxicas, a la utilización justa y necesaria de recursos y, en caso de anomalía, a la posibilidad de detección y solución. Por ejemplo, piénsese en el caso de la detección de una pérdida de metano, un gas contaminante muy vinculado a la actividad petrolera, ¿qué mejor que detectarla y tomar una decisión asertiva lo más rápidamente posible?

En la producción de gas es muy difícil tomar una decisión asertiva ante una anomalía. A riesgo de un daño mayor, se suele preferir la parada completa de la planta y seguramente un análisis posterior puede revelar que había mejores decisiones para tomar. La digitalización de todo el proceso a través de un gemelo permitiría ensayar todos los escenarios posibles y tomar las mejores decisiones en tiempo real.

---

*Para que puedan existir los metaversos, tienen que existir los gemelos digitales.*

---

Y no solo la superficie toma un papel en esta industria, también entornos subterráneos pueden tener su gemelo digital: roca digital. Hoy en día, por ejemplo, cuando se perfora un pozo en Vaca Muerta, se deben sondear 3.000 metros hacia abajo, y luego alcanzar 4.000 a 5.000 metros por debajo de la tierra y navegar por una zona de 200 a 300 metros de espesor. Este procedimiento de geonavegación se lleva a cabo por medio de sensores en tiempo real que van detectando qué es lo que pasa abajo y van reconstruyendo a la vez los modelos geológicos previos a la operación. Cuanto más asertivo sea ese gemelo digital del subsuelo, mejores decisiones se podrán tomar en tiempo real.

La logística es otro campo de aplicación para los gemelos digitales. Por ejemplo, hoy en día la fractura de un pozo necesita movilizar grandes cantidades de arena, agua, agentes químicos y personal, y todo en el tiempo justo ('Just in Time'), cada vez con mayor puntualidad. La industria aumenta su demanda en este sentido: antes se perforaba y estimulaba un pozo por vez, hoy el dual frac es la práctica que más se consolida en Vaca Muerta, es decir, la estimulación hidráulica en dos pozos a la vez, lo cual exige mucha más precisión a la logística.

Si llegara a faltar alguna caja de arena, un proceso que hoy está costando 150 mil dólares estaría obligado a detenerse. Un pequeño error en una decisión logística tiene un impacto altísimo, y la mejor manera de mitigarlo es a través de herramientas de control más precisas.

## Convergencia de tecnologías

Una aplicación concreta de gemelos digitales en la que ha participado el autor merece ser mencionada. Tal el caso de una planta que captura dióxido de carbono y lo reinyecta a la tierra, en el norte de Estados Unidos. La anécdota sirve, además, para hacer recordar que, en miras al cuidado del medioambiente, los petroleros serán esenciales en los proyectos de captura, reinyección y mineralización, puesto que cuentan con experien-



cia y conocimientos acerca de los subsuelos de la Tierra.

---

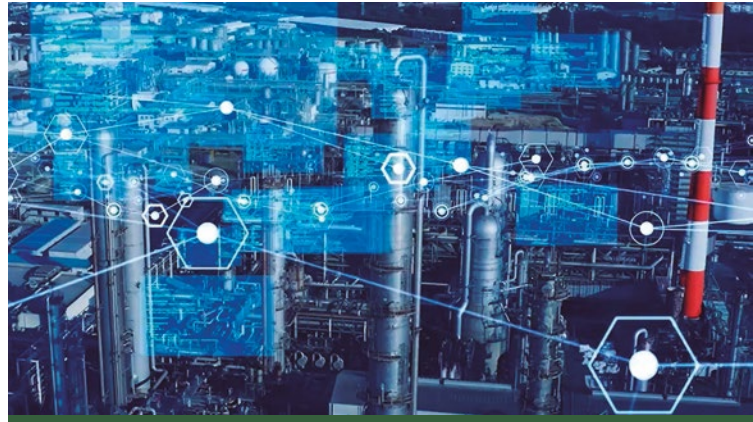
*La optimización del funcionamiento no significa solamente bajar costos, también se refiere a la reducción de emisiones tóxicas, a la utilización justa y necesaria de recursos y, en caso de anomalía, a la posibilidad de detección y solución.*

---

La simulación del funcionamiento de la planta a través de un gemelo digital se realizó con herramientas diversas como Unity, Boston Dynamics, three js, Matterport, AWS, Grafana, Twin Maker, algunas de las cuales se dedican a la construcción de escenarios de videojuegos, otras a robótica, otras a la digitalización de viviendas para el mercado inmobiliario, etc.

Es importante destacar que todas estas tecnologías tenderán a converger en el metaverso. Ocurre que la importancia del gemelo digital radica en la posibilidad de reunir la mayor cantidad de información en un solo lugar y accesible de manera sencilla, con datos de los elementos en tiempo real y la posibilidad de ver la analítica predictiva. No solo se simula el aspecto físico de la planta, sino también todos los datos de sus procesos: toda la documentación, todas las inspecciones, todas las mediciones, el IoT, la inteligencia artificial, los modelos predictivos.

Una herramienta desarrollada para el mercado inmobiliario que permite digitalizar una vivienda completa, de pronto puede desarrollarse en miras al metaverso. Con cámaras especiales ya es posible hacer un gemelo digital completo de toda la parte física de una instalación, y luego con otras herramientas ya existentes se puede añadir la información de cada elemento y cada proceso de la planta.



## Gemelo digital en tiempos de la Revolución 4.0

Quizá como conclusión o palabras finales de este escrito, es menester repasar qué características debería cumplir un gemelo digital en la industria 4.0. Se pueden resumir en las siguientes:

- » Cloud nativo: apalancado de herramientas std cloud, de plataforma abierta y acceso a servicios masivos favoreciendo polinización cruzada entre industrias.
- » Procesos basados en inteligencia artificial: algoritmos determinísticos más inteligencia artificial de autoaprendizaje con entrenamiento colaborativo.
- » IoT y sensorización cognitiva: video analítica, interfaces conversacionales, estructuración cognitiva de información, realidad aumentada.
- » Modelo 3D activo: captura de imágenes hiperrealistas, Lidar, integración con otras fuentes de contexto. ■■

---

*No solo se simula el aspecto físico de la planta, sino también todos los datos de sus procesos: toda la documentación, todas las inspecciones, todas las mediciones*

---